

Les comportements piétons dans les pôles d'échange intermodaux

Une collaboration avec les CFF

Antonin Danalet Marija Nikolic Flurin Hänseler Michel Bierlaire

Laboratoire transport et mobilité
Faculté de l'environnement naturel, architectural et construit
Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne

16 juin 2014



Structure

- 1 Le laboratoire TRANSP-OR
- 2 Le contexte suisse
- 3 Les données
- 4 L'analyse des comportements



Michel
ProfesseurMarianne
SecrétaireAnne
ITAmanda
PostdocAurélie
DoctoranteEva
DoctoranteAnna
Doctorante

Optimisation

Jianghang
PostdocShadi
PostdocIliya
DoctorantTomáš
DoctorantStefan
DoctorantRiccardo
PostdocMarija
DoctoranteFlurin
DoctorantAntonin
Doctorant

Analyse de la demande

Piétons



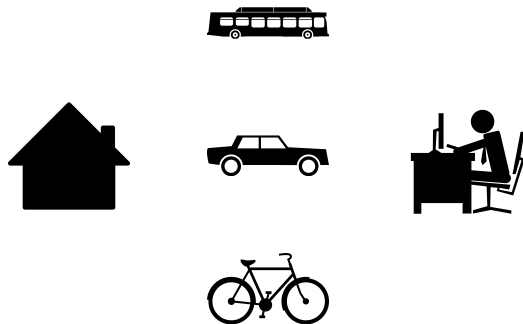
Analyse de la demande

- Comment modéliser et prédire les comportements individuels ?
- Quels impacts sur le système ?



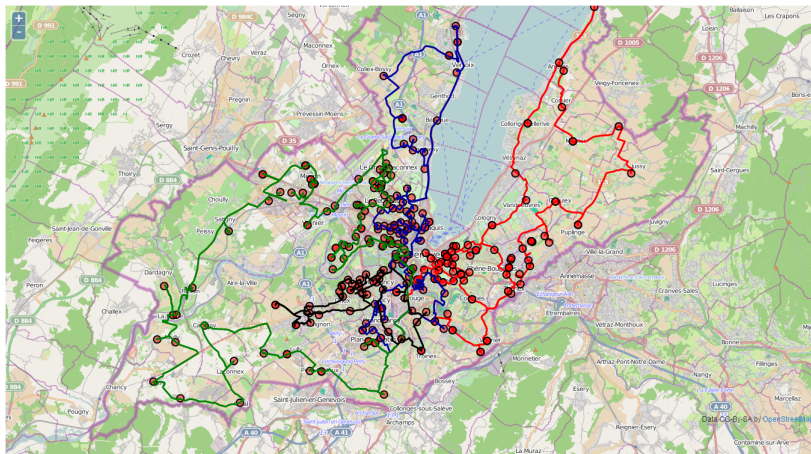
(Kirk Anderson)

Modèles de choix



- Théorie de l'utilité : maximisation de sa satisfaction
- Permet d'évaluer le compromis entre les attributs des alternatives
 - p. ex. calcul de la volonté de payer (valeur du temps)

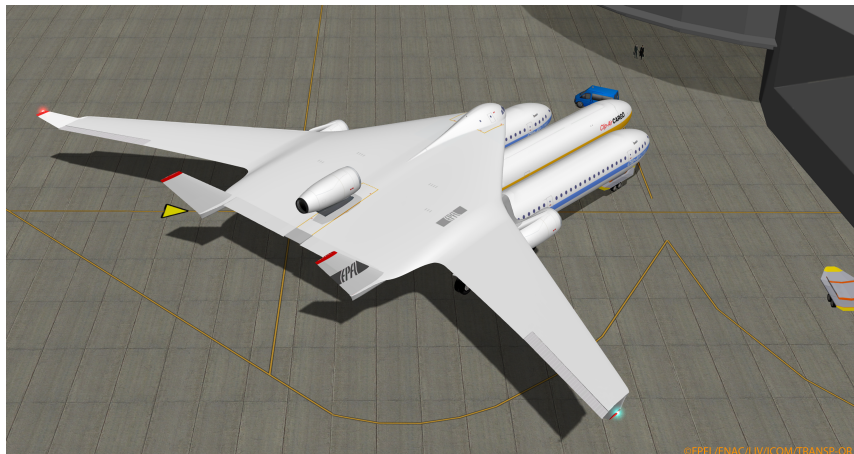
Optimisation



(Iliya Markov)



Optimisation



(Clip-Air, Atasoy (2013))



Modélisation des piétons

Piétons

Michel
Professeur



Marianne
Secrétaire



Anne
IT



Riccardo
Postdoc



Marija
Doctorante



Flurin
Doctorant



Antonin
Doctorant



Caractérisation des
flux

Dynamique des flux
et matrice OD

Choix d'activité



Structure

- 1 Le laboratoire TRANSP-OR
- 2 Le contexte suisse**
- 3 Les données
- 4 L'analyse des comportements



En 2030, 100'000 voyageurs par jour entre Lausanne et Genève

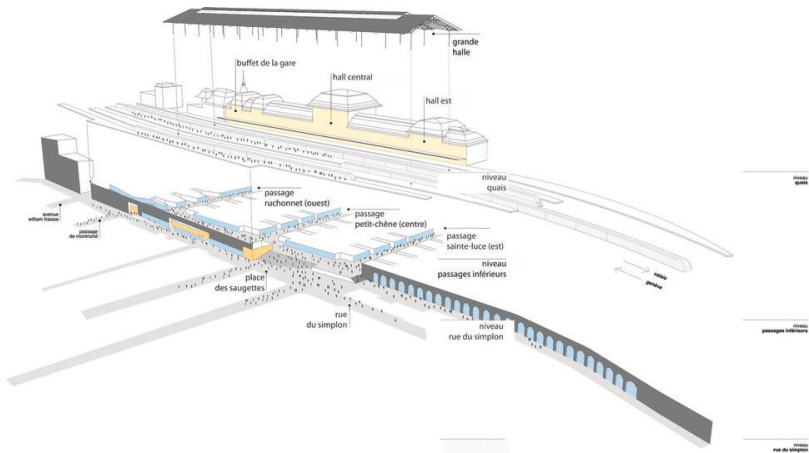


= 2'000 voyageurs/jours (TJM)

*Prévisions selon scénario de croissance maximale.

(Léman 2030)

La gare de Lausanne



(©SBB CFF FFS)



Partenaires



FONDS NATIONAL SUISSE
SCHWEIZERISCHER NATIONALFONDS
FONDO NAZIONALE SVIZZERO
SWISS NATIONAL SCIENCE FOUNDATION



Structure

- 1 Le laboratoire TRANSP-OR
- 2 Le contexte suisse
- 3 Les données**
- 4 L'analyse des comportements



Les données traditionnelles

Données réelles

- Vidéosurveillance
- Collecte manuelle



Données expérimentales

- En environnement contrôlé
- Analyse vidéo



TU Delft

Nouvelles technologies et smartphones

Visiosafe

- Spin-off de EPFL
- Tracking anonyme des piétons
- Capteurs de distance et thermiques



Données de téléphonie

- Collecte basée sur le réseau / sur le téléphone
- Adresses MAC / antennes trackées
- Adresses MAC parfois associées à un login



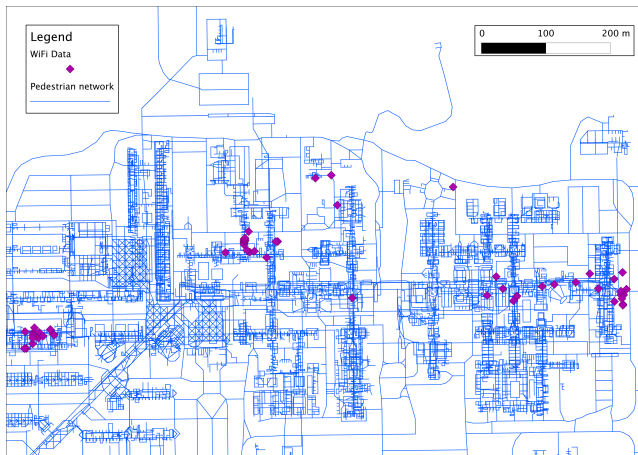
Visiosafe à la gare de Lausanne

Animation

Mouvements du 16 janvier 2013
Passage inférieur Ouest
7h40-7h46



WiFi sur le campus EPFL



(Danalet et al.; 2014)



Structure

- 1 Le laboratoire TRANSP-OR
- 2 Le contexte suisse
- 3 Les données
- 4 L'analyse des comportements



Les choix des piétons

- Choix d'activité
- Choix de destination
- Choix modal
 - La marche face aux autres modes
 - Le choix entre escaliers, Escalators et ascenseurs
- Choix d'itinéraire
- Choix du prochain pas (Robin et al.; 2009)

(Bierlaire and Robin; 2009)

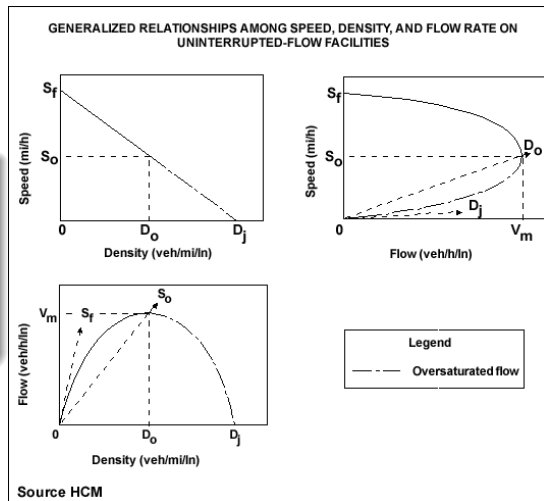


Le diagramme fondamental

Théorie du trafic

Liens fondamentaux entre

- Densité
- Vitesse
- Flux



Le diagramme fondamental

Problèmes

- Discrétisation spatiale arbitraire
- Si les cellules sont trop petites, beaucoup sont vides
- Si les cellules sont trop grandes, perte d'hétérogénéité

Idées

- Discrétisation spatiale basée sur les données
- Utilisation du diagramme de Voronoï.

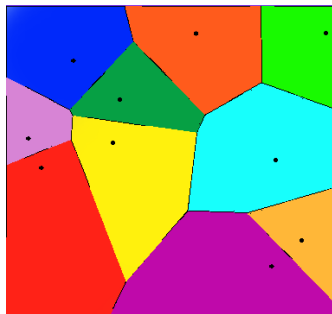


Diagramme fondamental

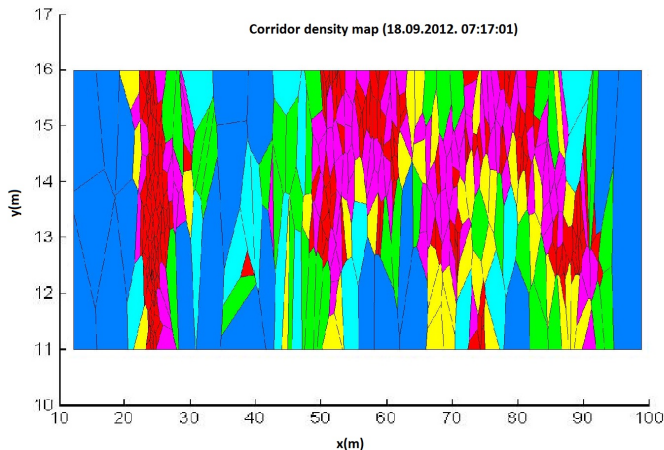
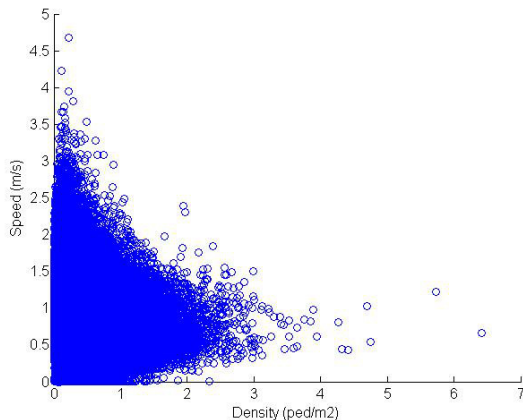


Table: Pedestrian walkway LoS density threshold values according to NCHRP (in SI units).

(Nikolic et al.; 2014)



Diagramme fondamental empirique



(Nikolic et al.; 2014)



Modèle de propagation des flux

Discrétisation hiérarchique des flux

- Une discrétisation pour le choix d'itinéraire
- Une discrétisation pour la propagation des flux

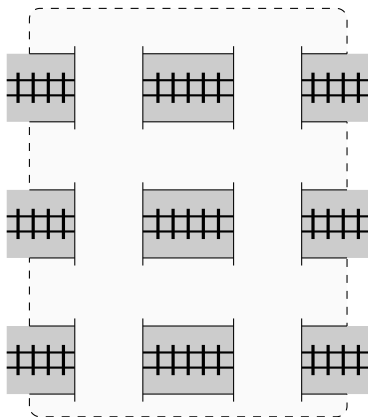
Modèle de transmission par cellule

- Mésoscopique : agrégé par groupe de piétons
- Déterministe : théorie des flux du 1st ordre
- Dynamique du système : diagramme fondamental macroscopique



Représentation des infrastructures piétonnes

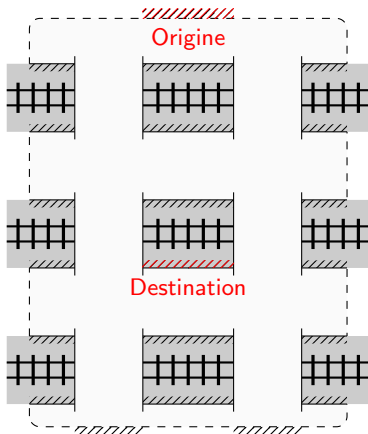
- Zone piétonne



(Hänseler et al.; 2014)

Représentation des infrastructures piétonnes

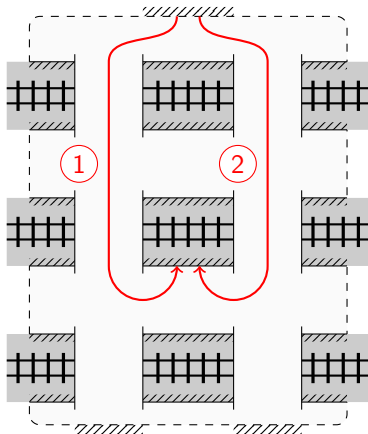
- Zone piétonne
- Entrée / sortie



(Hänseler et al.; 2014)

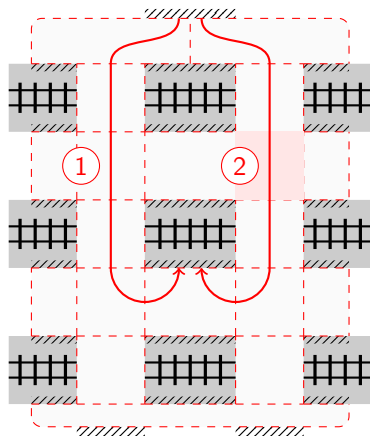
Représentation des infrastructures piétonnes

- Zone piétonne
- Entrée / sortie
- Itinéraire



(Hänseler et al.; 2014)

Représentation des infrastructures piétonnes

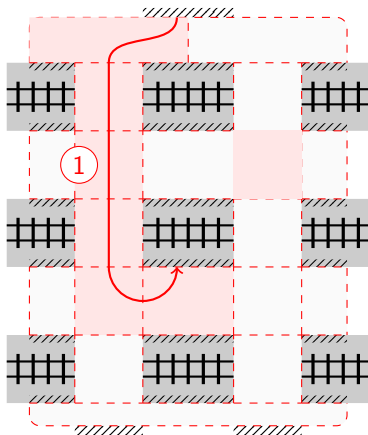


- Zone piétonne
- Entrée / sortie
- Itinéraire
 - Zone topologique

(Hänseler et al.; 2014)

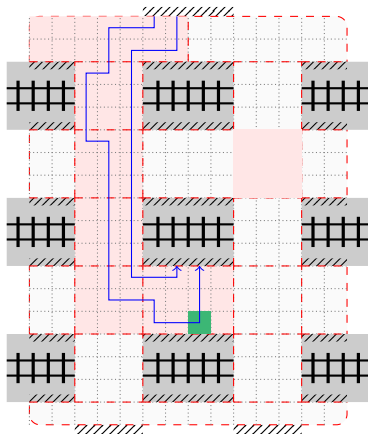
Représentation des infrastructures piétonnes

- Zone piétonne
- Entrée / sortie
- Itinéraire
 - Zone topologique



(Hänseler et al.; 2014)

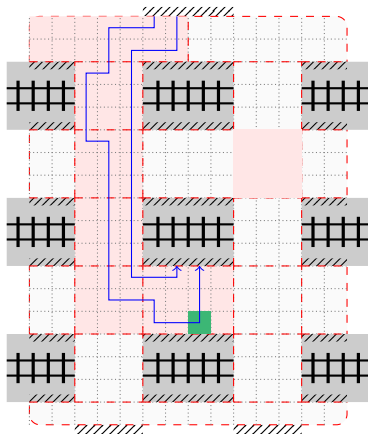
Représentation des infrastructures piétonnes



- Zone piétonne
- Entrée / sortie
- Itinéraire
 - Zone topologique
- Chemin
 - Cellule de discrétisation

(Hänseler et al.; 2014)

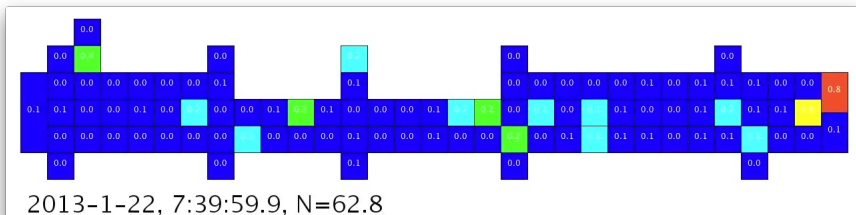
Représentation des infrastructures piétonnes



- Zone piétonne
- Entrée / sortie
- Itinéraire
 - Zone topologique
 - Choix d'itinéraire "classique"
- Chemin
 - Cellule de discrétisation
 - Choix de chemin local

(Hänseler et al.; 2014)

Modèle de propagation des flux

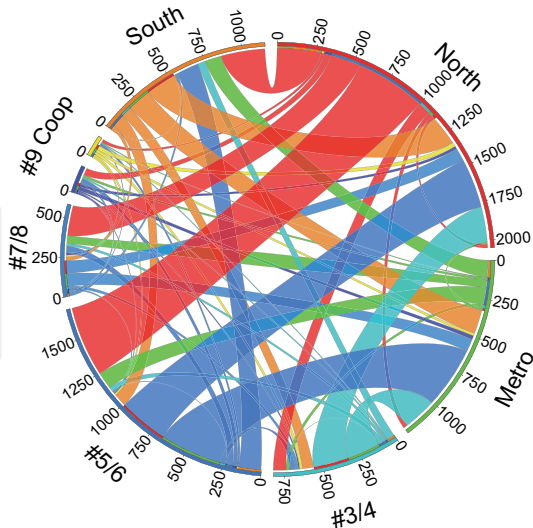


Short movie

Matrice origine-destination

Données

- Trajectoires Visiosafe
- Horaires des trains
- Occupation des trains



Estimation de la demande induite par les horaires de train

Correlation entre les horaires de train et les flux piétons

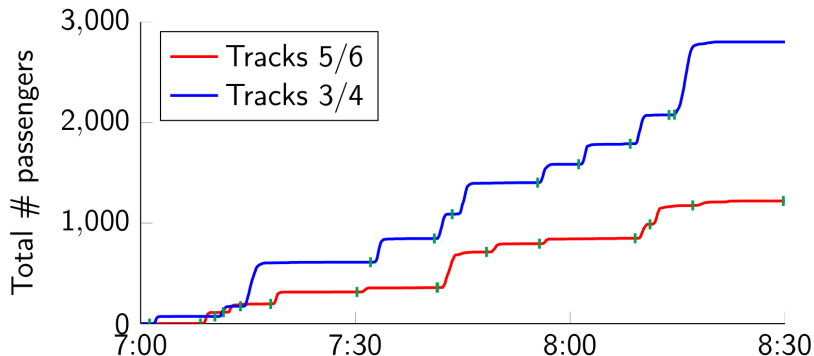


Figure : Flux de passagers arrivant et **arrivée des trains**, 9 avril 2013

Le choix d'activité

La mobilité dérive d'un besoin d'effectuer des activités

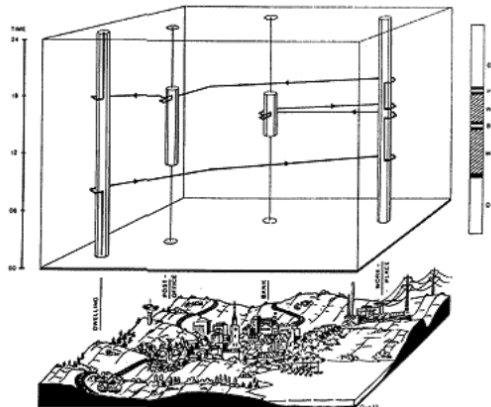
Données

Traces WiFi :

- Large couverture
- Bon marché

Modèles

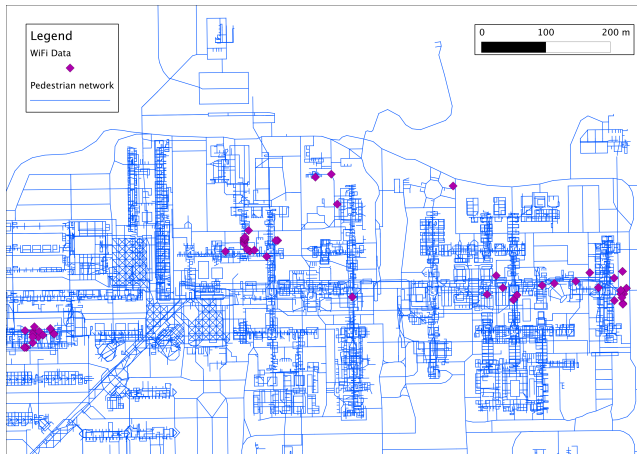
- Détection : ajouter une sémantique
- Modélisation et prévision



(Lenntorp; 1978)

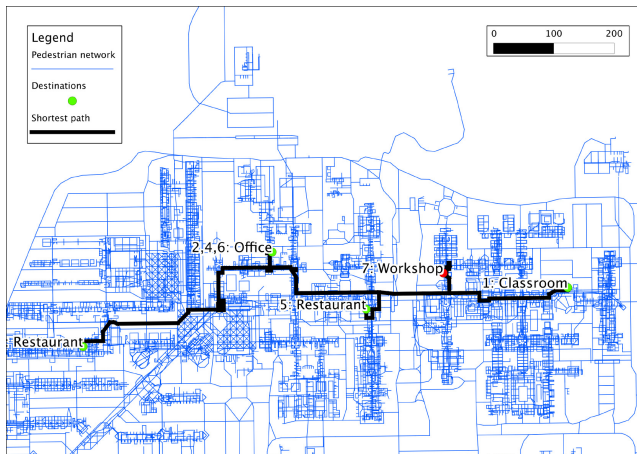


Traitement des données



(Danalet et al.; 2014)

Traitement des données



(Danalet et al.; 2014)



Les choix d'activité

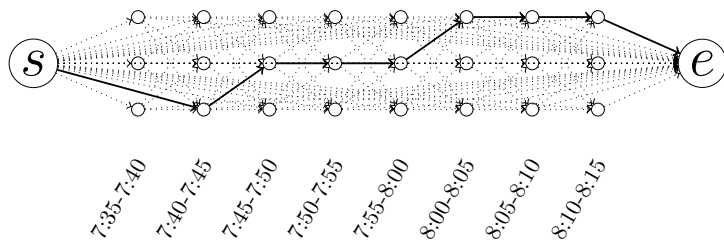
Type d'activités

Attendre le train

Prendre un café

Acheter un billet

Réseau d'activité



(Danalet and Bierlaire; 2014)



Conclusion

Les mouvements des piétons dans les infrastructures telles que

- Gares
- Campus
- Aéroports
- etc.

Des données aux comportements

- Collecte de données innovantes pour le tracking
- Données de téléphonie

Du trafic aux piétons

- Analogies importantes
- Différences majeurs

Challenge



Merci pour votre attention !

<http://transp-or.epfl.ch>

antonin.danalet@epfl.ch / @AntoninDanalet



References I

Atasoy, B. (2013). *Integrated supply-demand models for the optimization of flexible transportation systems*, PhD thesis, ENAC, Lausanne.

URL: <http://dx.doi.org/10.5075/epfl-thesis-5981>

Bierlaire, M. and Robin, T. (2009). Pedestrians Choices, in H. Timmermans (ed.), *Pedestrian Behavior. Models, Data Collection and Applications*, Emerald Group Publishing Limited, pp. 1–26.

Danalet, A. and Bierlaire, M. (2014). A path choice approach to activity modeling with a pedestrian case study, *14th Swiss Transport Research Conference (STRC)*, Monte Verità, Ascona, Switzerland.

URL: http://www.strc.ch/conferences/2014/Danalet_Bierlaire.pdf

Danalet, A., Farooq, B. and Bierlaire, M. (2014). A Bayesian approach to detect pedestrian destination-sequences from WiFi signatures, *Transportation Research Part C* **44**: 146–170.

URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.trc.2014.03.015>

References II

Hänseler, F., Molyneaux, N., Bierlaire, M. and Stathopoulos, A. (2014). Schedule-based estimation of pedestrian demand withing a railway station, *14th Swiss Transport Research Conference (STRC)*, Monte Verità, Ascona, Switzerland.

URL: http://www.strc.ch/conferences/2014/Haenseler_EtAl.pdf

Lenntorp, B. (1978). A Time-Geographic Simulation Model of Individual Activity Programmes, in T. Carlstein, D. Parkes and N. Thrift (eds), *Timing space and spacing time, vol. 2; Human activity and time geography*, Edward Arn, London, p. 286.

URL: <http://trid.trb.org/view.aspx?id=1170511>

References III

Nikolic, M., Bierlaire, M. and Farooq, B. (2014). Probabilistic speed-density relationship for pedestrians based on data driven space and time representation, *14th Swiss Transport Research Conference (STRC)*, Monte Verità, Ascona, Switzerland.

URL: http://www.strc.ch/conferences/2014/Nikolic_EtAl.pdf

Robin, T., Antonini, G., Bierlaire, M. and Cruz, J. (2009). Specification, estimation and validation of a pedestrian walking behavior model, *Transportation Research Part B* **43**(1): 36–56.

URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.trb.2008.06.010>